

局所的災害に対するコミュニティ単位の情報伝達体制の検討ツールの開発とその活用

金井 昌信¹・細井 教平²・片田 敏孝³

¹群馬大学大学院助教 工学研究科 社会環境デザイン工学専攻
(〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

²(株) アイ・ディー・エー 社会技術研究所
(〒376-0053 群馬県桐生市東久方町 1-1-8 SUMI ビル 2F)

³群馬大学大学院教授 工学研究科 社会環境デザイン工学専攻
(〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

和文要約

ゲリラ豪雨のような局所的集中豪雨については、その発生予測技術に限界があるため、適切なタイミングで避難情報を発表することができない可能性が高い。その一方で、それらの避難情報を住民に伝える手段は、被災地が局所的であるが故に広域向けのテレビ、ラジオなどのマスメディアによる報道には限界がある、激しい雨音により屋外拡声器が聞こえないなどの理由により限定的になってしまうことが懸念される。そこで本稿では、そのような災害時において、住民に災害情報や避難情報を伝達する手段として、地域コミュニティ単位の情報伝達体制に着目する。そして、地域防災活動の一環として、地域住民が望ましい情報伝達体制を検討する際に活用することのできる検討支援ツールを、既存の情報伝達シミュレーションを改良することによって開発することを試みた。

ため池決壊による洪水災害を事例に、全住民に情報が伝達される想定のもとで伝わりにくさを表現することを目的に構築したシミュレーションの感度分析を行った結果、災害時に住民間で電話連絡を行うことの必要性の周知や、複数名の情報連絡員からなる連絡体制の構築などの対策を行うことで、地域の全住民に情報が効率的に伝わることを表現することが可能であることを確認した。また、開発したモデルの活用事例として、構築した情報伝達シミュレーションを筆者らの研究グループが開発した災害総合シナリオ・シミュレータに実装し、それを実際に地域住民に提供し、地域の望ましい情報伝達体制の検討した事例を紹介した。

キーワード：災害時情報伝達、地域コミュニティ、災害総合シナリオ・シミュレータ

1. はじめに

2008年8月末豪雨に襲われた岡崎市などのように、近年ゲリラ豪雨と呼ばれる局所的集中豪雨による災害が多発している。2008年7月に発生した神戸市都賀川災害や2009年8月に発生した兵庫県佐用町の豪雨災害では、局所的な豪雨により短時間で災害が発生したために多くの方が犠牲となった。片田・児玉・金井(2009)が指摘するように、このような豪雨災害に対しては、行政からの災害情報、避難情報を適切なタイミングで運用することに限界があると言わざるを得ない。また佐用町では、行政からの避難情報を待たず、自らの判断で避難を開始した住民が犠牲となった。そのため、局所的集中豪雨からの

避難は、行政からの避難情報に依存せず、地域の災害特性を理解した上で、地域住民が主体となって避難開始のタイミングを判断するような地域独自の仕組みづくりが必要と考えられる。

その一方で、たとえ適切なタイミングで行政から避難情報が発表されたとしても、地震や津波に関する情報と異なり、集中豪雨に関する情報はその対象地域が非常に局所的であるが故に、広域を対象に放送されているテレビやラジオなどのマスメディアによってリアルタイムで報道されることには限界があるものと考えられる。2008年8月末豪雨災害時に愛知県名古屋市、岡崎市においては、深夜の時間帯の避難勧告の発表であったにもかかわらず

らず、テレビやラジオ等で報道されていた。日本災害情報学会 2008 年 8 月末豪雨等調査団 (2009) によると、岡崎市が 8 月 29 日 2:10 に避難勧告を発表し、マスメディアがそれを最初に報道したのは 2:27 (中部日本放送) であり、避難勧告発表から 17 分後であった。また、この災害時では名古屋気象台から 28 日 23:48 に「東海豪雨に匹敵する大雨」という情報が発表されたことにより、岡崎市もテレビ局各社も危機感を強め、特別な対応をとっていたことが報告されている。つまり、このような特別な対応をとることができたのは、岡崎市が 2000 年東海豪雨災害を経験していたことが少なからず影響しているものと考えられる。そのため、災害によって大きな被害を受けていない地域や規模の小さな自治体では、マスメディアとの連携がうまくいかない可能性があるものと推察される。そのため、局所的な集中豪雨に関する情報の伝達手段はケーブルテレビや防災行政無線などの地域独自の情報伝達施設の活用や自治会ルートでの情報伝達、広報車などに限られてしまう可能性がある。しかし、このうち広報車や屋外拡声器などのように、屋外で放送された情報を屋内にいる住民が聞き取ることが必要となる情報伝達手段については、豪雨による雨音でその情報取得率は非常に低調なものとなっていることが災害調査によって報告されている。例えば、2006 年 7 月に豪雨災害によって被災した鹿児島県さつま町の住民を対象に実施したアンケート結果によると、同報無線 (屋外スピーカー) が「まったく聞こえなかった」64.4%、「聞こえたが、内容は聞き取れなかった」22.8%となっている (災害情報調査研究レポート⑫, 2007)。さらに、各世帯に設置された防災行政無線の個別受信機についても、豪雨時においては、情報が聞こえなかった、気付かなかったという住民が存在している。例えば、2007 年に台風 9 号によって被災した南牧村の孤立した集落の住民を対象に実施したヒアリング結果をみると、19 名中 6 名は「個別受信機から自主避難の呼びかけや水位、雨量などに関する情報を取得した」と回答しているのに対し、4 名は「役場からの連絡はなかった」、「何か放送していたが聞き取れなかった」などと回答している。このように同一集落内であっても、個々の住民によって情報取得状況は大きく異なってしまう。

以上のような理由により、局所的集中豪雨を対象とした場合に適切な避難行動をおこなうためには、行政からの避難情報に依存せずに、地域住民が主体となって避難開始のタイミングを判断する地域独自の仕組みをつくとともに、行政によって整備された情報伝達手段やマスメディアに依存せずに、地域の状況を地域住民間で円滑に伝達・共有するための仕組みを構築することが必要と考えられる。そのような観点のもと、金井・片田 (2008) は、避難開始タイミングや住民間の情報伝達方法を地域住民同士で取り決めておくことを促す取り組みを実践しているが、現状ではそのような地域独自の避難体制を取

り決めている事例は少ない。その一方で、平成 16 年 7 月の新潟豪雨災害で被災した三条市や平成 20 年 8 月末豪雨で被災した岡崎市などのように、行政からの避難情報が発表されたにもかかわらず、平常時に情報伝達体制を検討していなかったために、いざ災害が発生した際には、自治会長一人がその他の自治会加入全世帯に連絡するような非現実的な方法をとらざるを得なかった地域も存在した。つまり、行政からの避難情報が発表された場合においても、それが適切なタイミングで発表されずに、地域で独自に避難開始の判断をした場合においても、それらの情報を地域住民全員に確実に伝達するためには、災害時の情報手段体制を構築しておくことは必要不可欠であろう。

そこで本稿では、行政からの避難情報だけでなく、地域独自の基準による自主避難の呼びかけなども含め、災害時に地域住民全員に何らかの情報を伝達するための手段として、地域コミュニティ単位の情報伝達体制に着目する。そして、平常時から地域防災活動の一環として、自治会などのコミュニティ単位で災害発生危険時を想定した望ましい情報伝達体制を検討し、具体的な対策の実行を促すための情報提供ツールを開発することを目的とする。なお、ここでの情報伝達体制とは、災害発生危険時に住民間で情報を伝える仕組み (連絡体制) を構築するだけでなく、その仕組みをいざというときに効果的に運用するために、平常時から仕組みの存在やその意図を住民に周知し、災害時情報伝達に対する住民理解を得ることも含む。そのために、まずは地域コミュニティ単位の情報伝達方法を表現することができる情報伝達シミュレーション・モデルの構築を試みる。そして、ため池決壊による洪水災害を事例として構築したシミュレーション・モデルが、種々の対策実施効果を表現することが可能であるかどうかを感度分析により検証する。最後に、構築したシミュレーション・モデルの地域での活用事例として、このモデルを筆者らの研究グループが開発している災害情報シナリオ・シミュレータ (片田・桑沢 (2006)) に実装し、地域住民に対して災害に備えた具体的な対策の実行を促すことを目的とした情報提供ツールを開発した事例を紹介する。

2. コミュニティ単位の情報伝達方法を表現可能なシミュレーション・モデルの開発

ここでは、本稿で新たに開発を試みたコミュニティ単位の情報伝達方法を表現したシミュレーション・モデルについて、連絡体制のモデル化とその連絡体制のもとでの住民の情報伝達行動のモデル化について詳述する。

(1) コミュニティ単位の連絡体制のモデル化

これまでに筆者らの研究グループが開発した情報伝達シミュレーション・モデルでは、住民間の口頭伝達を偏ネットモデル (Rapoport, 1979) を用いて表現している。本

稿では、この既存の住民間情報伝達に加え、任意の1名の第1情報発信者が複数名の第2情報発信者へ情報を伝達し、第2情報発信者はさらに下位の情報発信者へ情報を伝達する、という階層構造をもつ連絡体制を組み込むことを試みた(図-1参照)。これにより、①階層数、②各階層の情報発信者1人が伝達する人数をパラメータとして設定することで、連絡体制を表現することが可能となる。具体的には以下の通りである。なお、本モデルは在宅時に災害が発生したという状況想定のもとで検討しているため、住民は世帯単位で行動することとした。そのため、情報発信者の役割は世帯単位で任意に選択することとした。

まず、図-1中の第1情報発信者から第*i*-1情報発信者までを対象地域内の全世帯の中からランダムに選択する。これは、実際に自治会等で連絡体制を構築する場合、上位の情報発信者の役割は、自治会の役員などが担うことが想像されるため、対象地域全域から任意に選択することとした。その一方で、情報発信者の役割を担わない一般住民である情報取得者に情報を伝達することになる最下位の情報発信者(第*i*情報発信者)については、班長や組長などの自治会の最少単位の代表者がその役割を担うことが想定される。そのため、以下のようにして選択することとした。すなわち、データ整備時に、各世帯には1から n_i までの組番号をラベリングする。この際、近隣の世帯は同一の組番号となるようにすることで、自治会の最少単位を表現する。そして、上位の情報発信者に選択された世帯を除き、同一組番号の世帯の中から第*i*情報発信者を一人ずつランダムに選択する。なお、各情報発信者を選択する際には、誰から情報が伝わってきて、誰に情報を伝えるのかまで決定する。これにより、対象地域の全世帯が第1情報発信者から情報取得者までのいずれかの役割を担った情報伝達体制を、シミュレーションを行うたびに毎回ランダムに構築することとした。

(2) コミュニティ単位の連絡体制による情報伝達行動のモデル化

次に、ある任意の情報の送り手(情報発信者)から受け手(その下位の情報発信者、または情報取得者)への情報伝達行動を表現するためのパラメータを検討する。なお、災害時の連絡行動には、電話連絡の他に直接訪問して避難を呼びかけるという行動も考えられる。しかし、本稿で対象としているゲリラ豪雨のような災害の場合、情報伝達のために豪雨が降り続くなかを移動することには危険が伴う場合もある。そのため、本稿では、情報伝達体制による情報伝達方法は、口頭伝達ではなく、電話による情報伝達のみとした。

災害時の電話連絡については、電話連絡しようとしたが通じないという状況が容易に想像される。そのため、この状況を表現するために、情報の送り手が受け手にアクセスできない確率(③不通率)をパラメータとして導

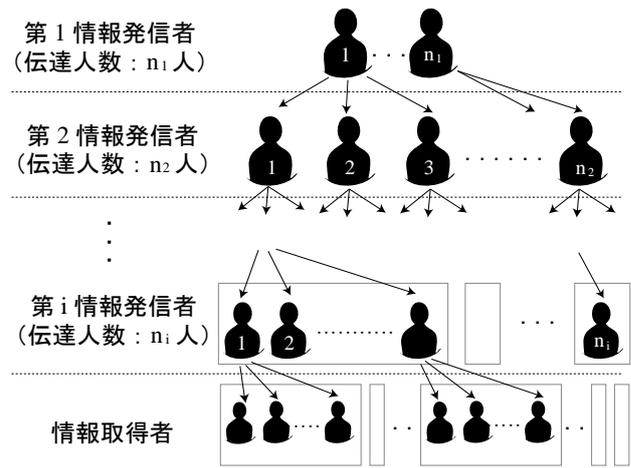


図-1 コミュニティ単位の連絡体制のモデル化

入した。これは、災害発生危険時に電話に気づかない、他の人と通話中であるなどの理由により、送り手が受け手と電話連絡をとれない状況の程度を表現している。この確率は、地域で事前に連絡体制を構築し、その存在を周知徹底することにより低下するものと思われる。また利用者が集中して輻輳してしまった状況などは、この不通率を100%とすることで表現することが可能となる。

次に電話が通じない場合に、送り手が1人の受け手に対して、情報を伝達する機会を得るために電話連絡を試み続ける時間(④不通待ち時間)をパラメータとして設定した。これにより、送り手はこの時間内は電話が通じるまで何度もリダイヤルを試みるが、時間内に通じなかった場合には、その人への情報伝達は諦めて、次の人への情報伝達を開始することを表現している。そのため、この時間が長すぎると、決められた人数に情報伝達するまでに多くの時間を要してしまうことを意味する。

また、電話が通じた場合については、送り手が1人の受け手に情報を伝えるのに要する時間(⑤通話時間)をパラメータとして設定した。事前に伝える内容を精査し、その内容について送り手、受け手の双方が平常時から理解していれば、災害発生危険時においては簡単な内容を伝えるだけで状況を伝えることが可能になる。そのため、平常時に連絡体制を構築した際に、そのときに伝達される内容についても周知しておくことで、この時間は短縮されることになる。

なお、電話をかける際には、相手の電話番号を選択したり、確認したりした後に、番号をプッシュすることになるが、これらの行動に要する時間については、モデルを簡略化するため、④不通待ち時間および⑤通話時間を含むこととした。

以上のパラメータによってシミュレーション上では以下のように情報伝達行動を表現する。まず情報を取得した情報発信者は、(1)で構築した連絡体制によって決定された情報を伝えるべき下位の情報発信者または情報取得者の中から任意の受け手を選択する。そして、選択した任意の受け手に情報を伝えることができるかどうかを

③不通率によって確率的に与える。ここで、情報を伝えることができない条件が与えられた場合には、送り手は④不通待ち時間によって与えられた時間が経過した後に次の受け手を選択し、情報を伝えることができる条件が与えられた場合には、⑤通話時間で与えられた時間が経過した後に次の受け手を選択する。次の受け手を選択する際には、情報を伝達することができていない受け手の中から任意に選択し、伝えるべき受け手全員に情報を伝達することができるまで繰り返すこととした。

繰り返しになるが、本モデルでは、電話が通じるか否かは受け手の属性値として固定するのではなく、通話のたびに不通率によって与えている。そのため、一度不通だった受け手に対して、繰り返し通話を試みることでいつかは情報を伝えることができると想定した。つまり、不通率が100%ではない限り、最終的には必ず対象地域の全世帯に情報がいき届くと想定した。このようなモデルとした理由としては、電話がつかない、すなわち連絡をとることができない世帯の割合をシナリオとして組み込むよりも、情報の伝わりにくさを確率的に表現することで、それを解消することの効果を検証することに主眼をおいたためである。また、携帯電話の普及により、仮に外出中であつたとしても、固定電話と異なり繰り返し通話を試みることで、情報を伝達することができる可能性もあると考えられる。しかし、実際の災害時には何度電話しても連絡がとれない住民も少なからず存在することが予想されるため、このような住民をどのようにモデルの中で表現するのかは今後の課題としたい。

3. 感度分析

ここでは前章で構築した情報伝達シミュレーション・モデルが、情報伝達に関する種々の対策の実施が効率的な情報伝達に貢献することを表現することが可能であるかを感度分析により検証する。なお、本分析で用いたシナリオを設定する際には、次章で詳述するように対象地域の町会役員を対象に実施したワークショップで得られた知見を反映している。

(1) 分析対象地域の概要

前章で述べたコミュニティ単位の情報伝達方法を組み込んだ情報伝達シミュレーションの感度分析を、石川県七尾市矢田地区(人口:3,500人、世帯数:727世帯、班数:54班)を対象に行った。対象地域の地図を図-2に示す。この地域は、平成19年に地域内を流れる河川の支流で土石流が発生している。幸いにも民家等に大きな被害は生じなかったが、この被災を契機に、現在地域住民が主体となって防災対策を検討しているところである。具体的には、役員数名を連絡員とした連絡体制の整備と、地区内の消防分団が広報車(消防車)を走らせることで、地域住民に情報を伝達することを検討している。なお、現状における対象地域に存在する情報伝達手段としては、

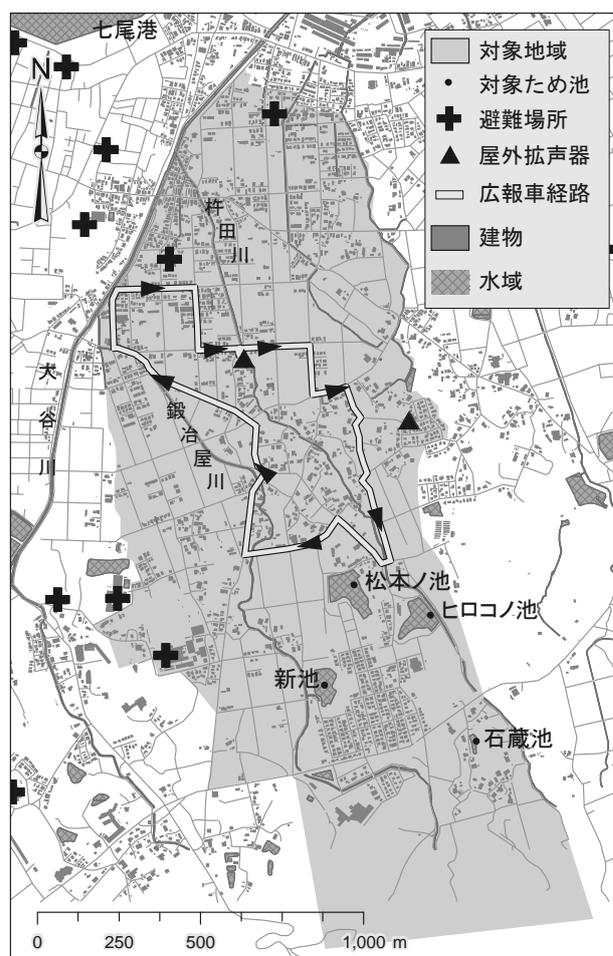


図-2 対象地域

屋外拡声器が2箇所に設置されているだけである。また、本稿では、局所的災害時の望ましい情報伝達体制を検討するための支援ツールを開発することが目的である。そのため、本稿で指摘しているように、マスメディアによってリアルタイムで情報を取得することが困難であると考えられる、被害が局所的に集中する災害を想定する必要がある。そこで本分析では、ゲリラ豪雨などの襲来により対象地域内に存在するため池が決壊した場合を想定災害とした。

(2) シナリオの検討

本稿では、前章で検討した各パラメータについて、それぞれ以下のようなシナリオを設定することで、各パラメータに対応する種々の対策の実施効果を前章で構築した情報伝達シミュレーション・モデルによって表現することが可能であるかを検証する。各パラメータのシナリオを設定する際には、可能な限り現実的な状況表現することが望ましいことはいうまでもない。しかし、ここで検証するパラメータについては、地震被災時などの輻輳状況に関する知見はいくつか報告されているものの(例えば、災害情報調査研究レポート⑭, pp.100), 集中豪雨時における④不通待ち時間や⑤通話時間に関する知見は筆者が調べた限りでは見あたらなかった。そこで、

ここでの各パラメータのシナリオ設定に際しては、対象地域住民からのヒアリングをもとに筆者らの主観によって現実的と考えられる値を設定することとした。そのため、ここで設定したパラメータが現実的な状況表現していると断言することには限界があるといえるが、感度分析の目的である各パラメータの違いによって表現される種々の対策の実施効果を検証することには支障がないと考えられる。

なお、情報伝達に関する種々の対策の実施効果を検証する指標として、ここでは平均情報取得時間と全世帯情報取得完了時間を用いることとした。ここで平均情報取得時間とは、第1情報発信者を除く個々の世帯（役員、班長、一般世帯）が、第1情報発信者が情報伝達を開始してから実際に情報を取得するまでに要した時間の平均値である。また、全世帯情報取得完了時間とは、第1情報発信者が情報伝達を開始してから対象地域内の全世帯が情報を取得するまでに要する時間である。

a) 連絡体制について

地域コミュニティ単位の連絡体制を構築することの効果把握するために、①階層数と②伝達人数の2つのパラメータにより、以下のようなシナリオを検討した。

まず、①階層数については、今回は1階層のみを分析対象として検討した。すなわち自治会長1人が複数名の役員に情報を伝える。そして、情報を受け取った役員が各班の班長に情報を伝える。各班長は班に属する全世帯に情報を伝える、という連絡体制を検討することとした（図-3参照）。

次に、自治会長が情報を伝える役員の数（②伝達人数）については、1人、2人、4人、8人、12人、16人の5つの場合について検討した。また、上記以外に、連絡体制を整備しなかった場合（自治会長が54人の班長全員に情報伝達する）についても検討した。これにより、コミュニティ単位の連絡体制を整備することの効果を検証するとともに、具体的に何人の役員を連絡員とすることがもっとも効果的であるのかを検討した。

b) 個々の住民の電話連絡の必要性認識について

次に、連絡体制を構築したことを地域住民に公表し、住民間災害時の効率的な電話連絡への理解を促すことの効果について検討する。

地域住民が災害発生危険時に住民間で効率的に情報伝達を行う必要をあまり理解していない場合には、災害時に連絡があると思っていないために電話に注意していない住民も多い（不通率が高い）であろうし、電話がつかない場合には何度もダイヤルし続ける（不通待ち時間が長い）であろうし、電話が繋がった場合にも災害発生危険時の切迫した状況のなかで情報を伝えるのに時間を要する（通話時間）であろうことが考えられる。

そこで、③不通率、④不通待ち時間、⑤通話時間のパラメータを用いて、個々の住民が住民間で効率的に情報を伝達することの必要性を理解していない状態（電話連

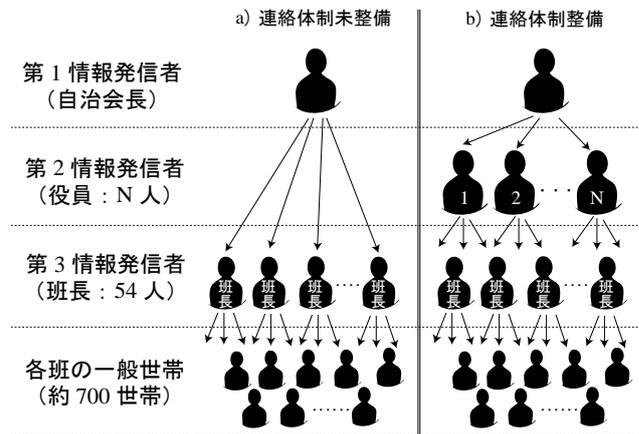


図-3 石川県七尾市矢田地区を対象と検討したコミュニティ単位の情報伝達体制

表-1 電話連絡に関するパラメータの設定

パラメータ	電話連絡:不良	電話連絡:良
③不通率	40%	20%
④不通待ち時間	1.0分	0.5分
⑤通話時間	2.0分	1.0分

絡：不良）と、平常時にその必要性を訴えるなどして理解を促した状態（電話連絡：良）を表-1に示すように仮定し、事前の周知効果を検討した。

c) 住民間情報伝達以外の手段について

前述のように、本稿で対象としている災害は、ゲリラ豪雨のような局所的な集中豪雨である。そのため、今回のシナリオではテレビやラジオなどのマスメディアによる情報伝達はないものとした。

また、屋外拡声器については、ちゃんと機能した場合（半径250m内にある世帯が情報取得）と、豪雨による雨音のため聞き取れない状況、すなわち機能しなかった場合の比較も行った。

そして、地域内に存在する消防分団が広報車（消防車）を走らせ、避難を呼びかけた場合と、それが機能しなかった場合の比較も行った。本稿における分析では、広報車は図-2に示したルートを時速20kmで走行することとした。また、広報車からの音声到達範囲は250mとし、その範囲内の世帯の30%が情報を取得するというシナリオで分析を行った。なお、これらのパラメータの設定に際しては、片田・桑沢（2006）による検討を参考とした。

(3) 感度分析の結果

前節で検討したシナリオを、住民間のランダムな口頭伝達を表現することが可能である従来の情報伝達シミュレーションに組み込み計算した。すなわち、コミュニティ単位で構築した連絡体制にもとづく情報伝達と、情報を取得した住民のランダムな情報伝達を同時に表現することで、より現実に事態状況の再現を試みた。図-4に平均情報取得時間分布と全世帯情報取得完了時間分布をそれぞれ示す。図中の値はシミュレーションを100回行っ

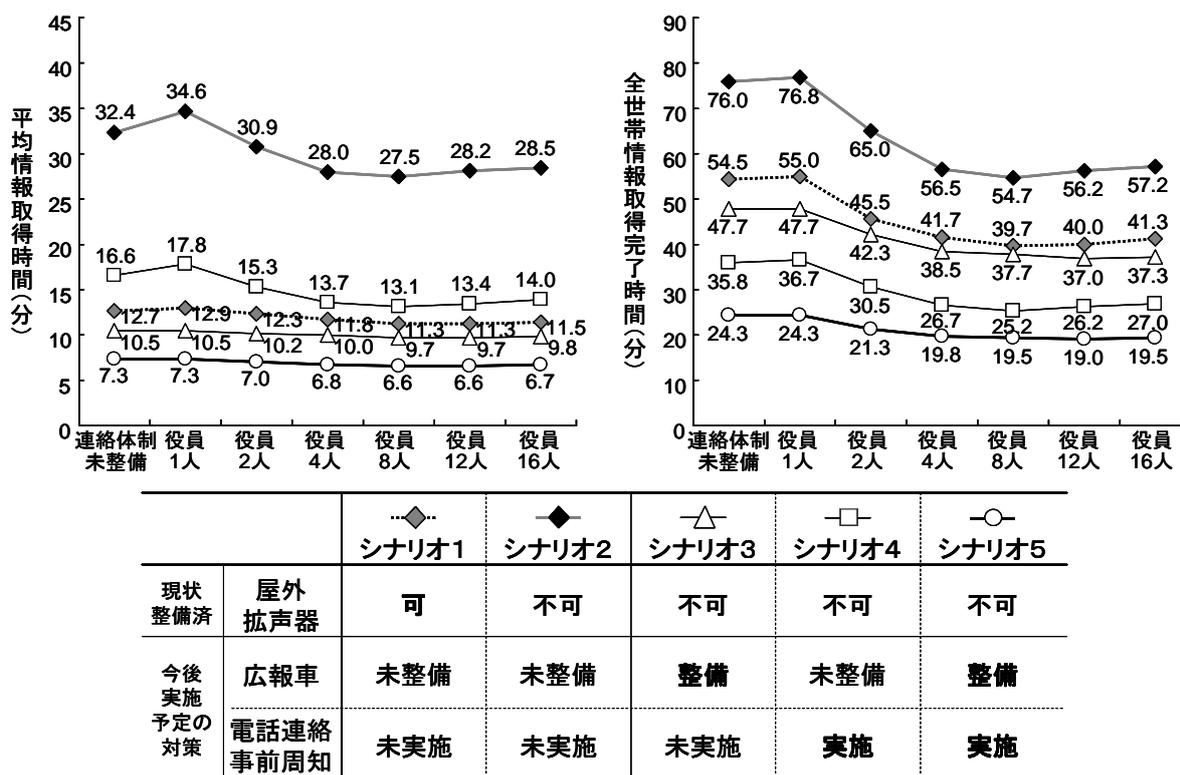


図-4 平均情報取得時間分布・全世帯情報取得完了時間分布

た結果を平均したものである。なお、前節で検討したシナリオのそれぞれを組み合わせると、膨大な量の計算結果を示すことになってしまうため、ここでは住民間の連絡体制を整備することの効果に計測することに主眼をおき、他の要因については、対象地域の町会役員からのヒアリング結果を踏まえて、以下の視点のもと図-4に示すような4シナリオに集約して検討を行う。なお、ヒアリング結果については4章にて詳述する。視点の一つ目は、対象地域において現状整備済みの情報伝達手段である屋外拡声器が機能する場合とそうでない場合の比較である。これは本稿で対象としているゲリラ豪雨のような災害を想定した場合、屋外拡声器からは情報を取得することが困難な状況が想定されるためである。視点の二つ目は対象地域において今後実施を検討（予定）している対策を実施した場合とそうでない場合の比較である。本稿では対象地域において検討している対策として、災害発生危険時における電話連絡に関する事前周知と広報車による情報伝達を取り上げ、この2つの対策をそれぞれ個別に実施した場合、および2つの対策を同時に実施した場合と現状を再現した場合とを比較することから対策実施効果を検証する。なお、今後実施予定中の対策の効果を検証する場合には、前述したように豪雨災害時の屋外拡声器による情報取得率が低いことを考慮して屋外拡声器は機能しなかった状況を想定した。また、今後実施を検討している対策の一つである広報車による情報提供についても、屋外拡声器同様、豪雨時には放送内容を聞き取ることができない可能性がある。しかし、音声情報のみの

屋外拡声器と異なり、屋内においても広報車（消防車）が走行しているという視覚情報は得ることができる。そのため、豪雨災害時に避難が必要な状況になった場合には、広報車で知らせることがある、ということ事前に周知しておくことにより、放送内容は聞き取れなくても、広報車が走行しているところを確認することができれば、避難の呼びかけ効果は期待できるものと考えられる。

図-4より、現状整備済みの屋外拡声器が機能した場合（シナリオ1）と機能しなかった場合（シナリオ2）を比較すると、シナリオ1の方が平均情報取得時間、全世帯情報取得完了時間ともに小さい値となっており、屋外拡声器が機能した場合の効果の本モデルにより表現可能であることを確認することができた。次に今後実施予定の対策を実施した場合の効果についてみる。まず広報車を整備した場合（シナリオ3）、平均情報取得時間、全世帯情報取得完了時間ともに屋外拡声器が機能した場合（シナリオ1）よりも短縮されており、地域住民への迅速な情報提供のためには広報車の整備効果は高いものといえる。次に電話連絡に関する事前の周知を行った場合（シナリオ4）についても見ると、平均情報取得時間は屋外拡声器が機能した場合（シナリオ1）や広報車が機能した場合（シナリオ3）よりも大きな値となっているが、全世帯情報取得完了時間はそれらのシナリオよりも短縮されている。これは屋外拡声器や広報車が機能した場合、これらの手段から早いタイミングで一斉に情報を取得する住民が複数存在するため、平均情報取得時間は短縮されるものと考えられる。その一方で、これらの手段から

情報を取得することができなかつた住民については、連絡体制による電話連絡が効率的でないため、情報を取得するまでに長時間を要してしまうことにより、全世帯情報取得完了時間が長くなってしまふ。これに対して、電話連絡に関する事前周知を行うことは、早いタイミングで一斉に情報を取得する住民が存在しないため、平均情報取得時間は長くなってしまふものの、個々の住民の電話連絡が効率的になることから、全世帯情報取得完了は短くなったものと考えられる。そして、広報車の整備と電話連絡に関する事前の周知の両方を実施した場合（シナリオ 5）については、平均情報取得時間と全世帯情報取得完了時間はともにもっとも小さい値となることから、両対策をセットで実施することがもっとも望ましい対策であることを確認することができた。

次に、連絡体制を整備することの効果について検討する。図-4 より、まず平均情報取得時間についてみると、シナリオ 1, 2 では連絡体制を整備することにより、その時間が短縮されることが見て取れ、役員を 8 人とした場合がもっとも効率に情報を伝達することができるがわかる。一方、シナリオ 3, 4, 5 の今後実施予定の対策を実施した場合には連絡体制を整備したとしても変化はないことがわかる。次に全世帯情報取得完了時刻についてみると、全てのシナリオにおいて、連絡体制を整備することにより、その時間が短縮していることが見とれる。例えば、屋外拡声器が機能した状況（シナリオ 1）であっても、連絡体制を整備していなければ 54.5 分かかってしまふ。その一方で、屋外拡声器が機能しない状況（シナリオ 2）であっても、連絡体制を適切に整備（役員 8 人）することにより 54.7 分まで短縮することができる。つまり、連絡体制を整備することにより、屋外拡声器が機能することと同等の効果が期待できる可能性があることが本分析の範囲内で確認された。

以上の分析結果より、前章で構築した情報伝達シミュレーション・モデルによって、種々の対策の実施効果を検証することができることを確認することができた。

4. 災害総合シナリオ・シミュレータへの実装と地域での活用

ここでは、本稿で開発した情報伝達シミュレーションの活用方法の一つとして、地域住民を対象とした防災ワークショップでの活用事例を紹介する。なお、このワークショップにおいて、地域住民に情報を提供するには、本稿で開発した情報伝達シミュレーションを筆者らの研究グループが開発している災害総合シナリオ・シミュレータに実装し、それを情報提供ツールとして活用した（図-5 参照）。その理由は以下の通りである。前章までに示した本稿で開発した情報伝達シミュレーション・モデルは、情報伝達に関するどのような対策を実施することでどの程度情報伝達が効率化するのかを表現することしかできない。しかし、住民の関心は情報伝達の様子だけで

図-5 ため池決壊を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータ

なく、地域にどの程度の災害が発生する可能性があるのか、そのような災害が発生した場合には、どの程度の被害が生じるのか、などの災害が発生した際の様々な状況に向けられるものと考えられる。そのため、それら災害発生時の一連の行動について様々なシナリオを設定することで、結果として被害がどの程度生じ得るのかを表現することができる災害総合シナリオ・シミュレータを活用することとした。また、片田・桑沢（2006）が指摘し、これまで実践してきたように、様々なシナリオのもとで、災害発生時の一連の行動を再現し、その結果を比較することで、どの要因を改善することが最終的な被害者の減少にどの程度貢献するのかを地域住民に定量的に提示することによって、定性的な情報に基づいた講話などよりも、具体的な対策の実行を促すことが可能になると考えられる。そのため、地域住民に具体的な対策の実行を促すために、災害総合シナリオ・シミュレータを情報提供ツールとして活用することが有効であると判断し、その開発を行うこととした。

（1）町内会役員を対象としたワークショップの実施

ワークショップは情報伝達シミュレーション・モデルの感度分析を行う際に対象地域とした石川県七尾市矢田地区の町内会役員を対象に 2 回実施した。前述の通り、矢田地区では平成 19 年の被災を契機に、町内会の役員が中心となって、防災対策の検討を開始するなど、地域住民が主体となって防災対策を実行することに対して積極的な地域であった。そのため、このワークショップの目的は、すでに対象地域の住民が検討を開始している地域の避難体制について、具体的かつ技術的な助言を行うとともに、その対策を地域のルールとして実行することを地域住民に促すための情報提供ツールを開発し、地域に提供することとした。なお、具体的な対策の実行を促すためには、金井・片田（2008）が実施している防災ワークショップなどのように、地域住民の災害対策に対する主体性を高めたり、行政による防災対策への依存を払拭することが必要となるものと考えられる。しかし、矢田

地区住民が上記のような状況にあることに鑑みて、すでに防災に対して高い自主性を有していると判断し、防災対策に対する主体性を高めるプロセスは省略した2回のワークショップを実施した。その概要を表-2に示す。

第1回ワークショップの内容の詳細は以下の通りである。図-2より矢田地区には鍛冶屋川と杵田川の2つの小川が流れており、その上流には4つのため池が存在している。そのため、地域で予想される災害シナリオとして、それぞれのため池が決壊した場合、および最悪のケースとして4つのため池が決壊した場合の氾濫解析結果から動画を作成し、予想浸水域や最大浸水深に関する情報だけでなく、ため池決壊から時々刻々と進展する浸水の様子を提示した(表-2①)。次に、末次(1998)に基づき、氾濫解析結果の流速と浸水深に関するデータから歩行困難度と家屋倒壊危険度を算出し提示した(表-2②)。そして最後に、地域で検討している防災対策についてヒアリングを行い、前章で示した通り、役員数名を連絡員とした連絡体制の整備と、地区内の消防分団が広報車(消防車)を走らせることを検討していることを把握した(表-2③)。その際、連絡員を導入した連絡体制を整備したとしても、留守であったり、電話に気付かなかつたりする住民が存在し、うまく機能しないのではないかとワークショップに参加した町会役員の数名が懸念していた。そのため、連絡体制を整備したら、その旨を地域住民にしっかり周知することで、災害発生危険時には電話に注意しておくよう促すことが必要であることを指摘するとともに、図-4に示したように、電話連絡の必要性を周知することの効果についてシナリオ分析することとした。また、屋外拡声器から情報を取得することができると思っている住民が多いとの話もあった。そのため、屋外拡声器からの情報取得は困難になる可能性があることを指摘するとともに、図-4に示したように、屋外拡声器が機能する場合と機能しなかった場合のシナリオを検討することとした。

第2回ワークショップについては、第1回ワークショップにおいてヒアリングした地域で検討している防災対策を実施した場合にどの程度情報伝達が効率化するのかを提示した(表-2④)。具体的には、本稿で開発した情報伝達シミュレーションを用いた分析結果である図-4を提示した。ここでの説明では、各住民が行う電話連絡について表-1のような仮定を置いていることを特に注意して説明した。そして、このシナリオ分析結果は、現状を精緻に再現したものではなく、電話連絡が効率化することがどの程度の効果を生むのかを確認するためのものであることを理解してもらった。次に、その情報伝達に関するシナリオ分析を考慮した災害総合シナリオ・シミュレータを構築し、それを用いて望ましい対策を提示することとした(表-2⑤)。災害総合シナリオ・シミュレータを用いて検証したシナリオの詳細やその分析結果については、次節以降で詳述する。

表-2 ワークショップ実施概要

	第1回	第2回
開催日	平成20年12月25日	平成21年2月16日
参加者	町会役員 6名 行政担当者 3名 専門家 2名	町会役員 6名 行政担当者 3名 専門家 2名
内容	①対象地域で想定される災害に関する情報の提示 ②想定される災害発生時の歩行困難度・家屋倒壊危険度の提示 ③地域で検討している災害対策のヒアリング	④地域で検討している災害対策に関する検証結果の提示 ⑤地域で検討している災害対策を実施した場合の被害軽減効果の提示

なお、ここで提示したシミュレーションの結果に関する資料や動画については、町会役員が地域住民に地域で検討した避難対策を説明し、協力を仰ぐ際の情報提供ツールとして活用してもらえようすべて提供した。

(2) 検証シナリオの設定

ここでは、第2回ワークショップにおいて、町会役員に提示した災害総合シナリオ・シミュレータのシナリオについて詳述する。

a) 災害シナリオ

矢田地区に被害をもたらす可能性のあるため池は4つ存在している。ここでは、最悪のケースを想定して対策を検討しておくことにより、それ以下の規模の災害にも対応可能であることに鑑みて、4つのため池が決壊した場合の氾濫解析結果を災害シナリオとして用いた。

b) 情報伝達シナリオ

情報伝達方法と情報伝達開始タイミングについては、以下のようなシナリオを検討する。

まず、情報伝達方法については、図-4を用いて、様々な対策の実施効果について説明していることから、以下の3つのシナリオについて分析することとした。シナリオAは、現在整備されている屋外拡声器が機能した場合を想定した現状を再現したシナリオである。一方、シナリオBは、屋外拡声器が機能しなかった場合を想定した現状を再現したシナリオである。このようなシナリオを分析対象とした理由は、地域で対策を検討し、実行する必要があることに対する理解を住民に深めてもらうためである。「屋外拡声器があるから、情報は伝わってくる」と思っている住民は新たに地域で対策を検討する必要はないと考えていることが予想される。そこで豪雨災害時には屋外拡声器は機能しない可能性があることを伝えるとともに、それが機能しなかった場合(シナリオB)には、機能した場合(シナリオA)と比べて、多くの被害者が生じることが予想されていることを示す。こ

れにより、何らかの新たな対策を検討し、実行することの必要性に対する理解を深められるのではないかと考えた。そして、シナリオCは、図4に示した様々な対策の中で屋外拡声器が機能しなかった状況のもとで、もっとも効率的に情報を伝達することができると思われたシナリオ（広報車を整備し、町会役員8名を連絡員とする連絡体制を構築するとともに、地域住民に対して電話連絡に関する事前の周知を行なった場合）である。これによって、地域で検討している対策のなかで、もっとも望ましいと考えられる対策を実施した場合の被害軽減効果を提示し、その対策の実行を促すものとした。

次に、情報伝達開始タイミングについては、早めに情報伝達を開始したシナリオとして“ため池決壊 60分前”，少し情報伝達が遅れたシナリオとして“ため池決壊 30分前”，そして、情報伝達開始が完全に遅れてしまったシナリオとして“決壊直後”に情報伝達を開始するという3つのシナリオについて検討する。ここで情報伝達開始タイミングのシナリオについては、ため池がいつ決壊するのかを正確に予測することができないために、現状を精緻に再現したシナリオを設定することは不可能である。そのため、避難を促す情報を早いタイミングで取得することができた場合とそうでない場合を提示し、その結果を比較することから早めに避難を促す情報の伝達を開始することの必要性を理解してもらうためにこのようなシナリオを設定した。なお、繰り返しになるが、局所的集中豪雨のような災害を想定した場合、行政が避難適切なタイミングで避難情報を発表することには限界がある。そのため、早めに避難を促す情報の伝達を開始するためには、地域で独自に避難開始の目安や基準を検討する必要がある。そこで、本稿で実施したワークショップではそのような地域で独自に避難開始の判断をするための具体的な情報として、井上ら（2009）が開発したため池防災情報システムを紹介した。このシステムに住所やパソコンまたは携帯電話のメールアドレスなどを登録することで、周辺地域の気象情報などから地域に存在するため池の決壊危険性をリアルタイムで取得することができる。システムの詳細については、井上ら（2009）を参照されたい。

c) 避難シナリオ

避難については、それぞれの住民は図-1に示した避難場所のうち最寄りの避難場所まで移動する。なお、避難開始タイミングについては、避難準備に時間がかかった場合として“情報取得 20分後”に避難開始、事前に避難の準備をしておいた場合として“情報取得 10分後”に避難開始の2つのシナリオを検討する。

(3) 試算結果

図-6に前節で示したシナリオのもとで、自宅滞在中や避難途中において、浸水により歩行困難になると予想される人数を示す。ここで、歩行困難かどうかの判定につ

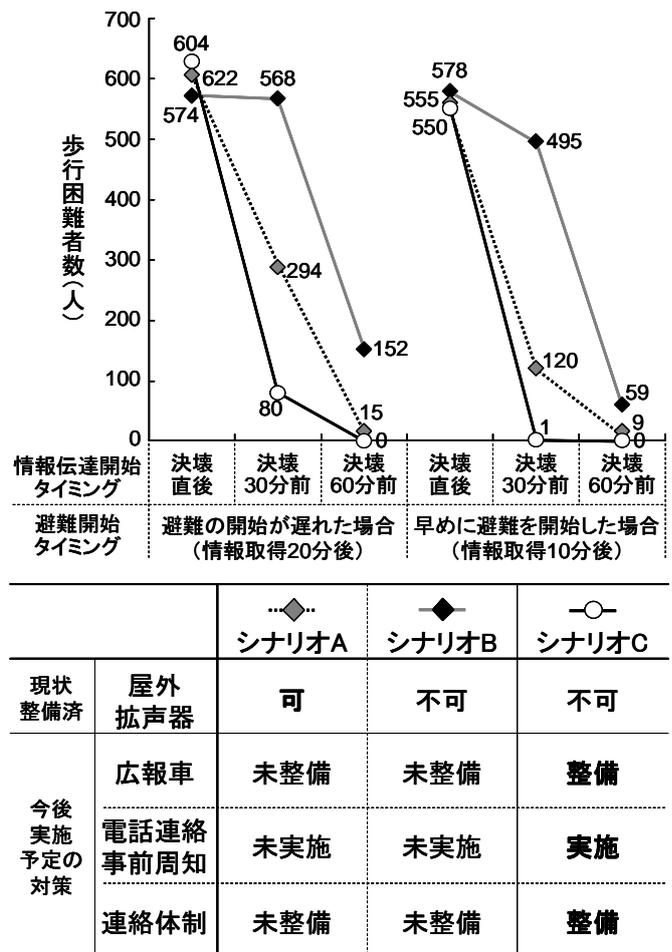


図-6 災害総合シナリオ・シミュレーションによる歩行困難者数の推定結果

いては、末次（1998）に基づき、流速と浸水深によって判定した。

これより、“決壊直後”に情報伝達を開始した場合には、コミュニティ単位の連絡体制を構築したり、避難開始タイミングを早めたりしても、歩行困難者数に大きな違いはないことが見て取れる。すなわち、被災者を軽減するためには、早めに情報伝達を開始することが必要不可欠であることが確認できる。

次に、コミュニティ単位の連絡体制を整備した効果について見てみる。“決壊 30分前”に情報伝達を開始した場合に着目すると、今後実施予定の対策を実施した場合（シナリオC）、早めに避難を開始した（情報取得 10分後）場合では1人、避難の開始が遅れてしまった（情報取得 20分後）場合では80人が歩行困難者となり得ることが見て取れる。一方、屋外拡声器が機能しない現状を再現したシナリオBのうち、早めに避難を開始した場合と避難の開始が遅れた場合の歩行困難者数はそれぞれ495人、568人であることが見て取れる。この結果より、連絡体制を構築しておくことにより、被災者数を大きく削減することが可能であることがわかる。また、今回検討したシナリオのもとで、歩行困難者をゼロにするためには、連絡体制をしっかりと構築するとともに、情報伝

達開始タイミングを早める必要がある確認された。

(4) 情報提供ツールとしての有効性に関する考察

第2回ワークショップにおいて、図-6に示した試算結果を動画にして町会役員に提示し、具体的な対策の実行を促した。その結果、町会役員からは、自分たちがシミュレーション結果に関する動画を地域住民に見せて、地域で対策を実行することに対する理解を促す機会を設けたいとの意見があった。すなわち、シミュレーション結果から開発した情報提供ツールを活用したことによって、それを見た町会役員に対して、地域住民に地域の対策の必要性を理解してもらうための行動を実行したいとの意図を形成することができたものといえる。町会役員のワークショップ前後における意識や行動の変化を定量的に把握したわけではないので、定性的な評価となってしまうが、ここで開発した情報伝達ツールは期待されるような効果があったものと考えられる。なお、今後の取り組みについては、随時フォローしていくことを検討している。

5. まとめ

本稿では、近年その数が増加している局地的集中豪雨災害時における情報伝達方法に着目し、マスメディアや防災行政無線などの情報伝達手段だけでなく、コミュニティ単位で住民間の連絡体制を構築することの効果を検証することのできるシミュレーション・モデルを開発した。そして、石川県七尾市矢田地区におけるため池決壊を対象に、開発した情報伝達シミュレーションの妥当性を検討した。その結果、コミュニティ単位の情報伝達体制を構築することによって、全地域住民が情報取得を完了するまでに要する時間が短縮されることを表現することが可能であることを確認した。また、開発した情報伝達シミュレーションの活用事例として、筆者らの研究グループが開発している災害総合シナリオ・シミュレータに情報伝達シミュレーションを実装することで、地域住民に具体的な対策の実行を促すための情報提供ツールを開発することを目的としたワークショップを紹介した。

本稿で開発したコミュニティ単位の住民間の連絡体制を考慮した情報伝達シミュレーション・モデルは、全住民に情報が伝達される想定のもとで情報の伝わりにくさを表現することを試みたものである。そのため、前述の成果はこのような想定のもとで得られたものであり、今後は災害時に情報を伝達することができない住民の存在を考慮することも必要と考えている。この点については、災害時の実際の住民行動から情報未取得率などを把握し、他のパラメータの妥当性ととも検討していきたい。

しかし、マスメディアによって災害時の情報を取得することができないような局所的災害を対象とした場合の、連絡網の整備や災害発生危険時に電話連絡することを事前に地域住民に周知するなどの、コミュニティで実践す

ることのできる対策の効果を検証することが可能なモデルを構築することができたと考えられる。また、そのような情報伝達に関する対策の実行を地域住民に促すためのコンテンツを、ワークショップを通じて検討し、それを情報提供ツールとして取りまとめることができたことも本稿の主要な成果であると考えられる。今後は、ここで開発した情報提供ツールが地域住民の対策の実行を促すことに貢献することができたのかどうかを検証していくとともに、その知見を踏まえて、ツールの改良を図っていくことを検討している。

謝辞

本稿で用いたため池氾濫解析結果は、(独)農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所の井上敬資氏、谷茂氏に提供頂いた。また、本稿の内容は、農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」によって得られた研究成果の一部をとりまとめたものである。

参考文献

- 井上敬資・谷 茂・片田敏孝・金井昌信・新保博英・石垣広男 (2009) 農業農村工学学会誌, VOL-77, No11, pp.7-10.
- 片田敏孝・児玉 真・金井昌信 (2009) 近年の豪雨災害にみるわが国の防災基本理念の限界と弊害, 日本災害情報学会, 第11回研究発表会予稿集, pp.243-248.
- 片田敏孝・桑沢敬行 (2006) 津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発, 土木学会論文集, D部門, Vol.62, No.23, pp.250-261.
- 金井昌信・片田敏孝 (2008) 土砂災害を対象とした住民主導型自主避難体制の確立を目指した取り組み, 日本災害情報学会, 第10回研究発表会予稿集, pp.285-290.
- 群馬大学 災害社会工学研究室, 平成16年7月新潟豪雨災害に関する実態調査報告書, <http://dsei.ce.gunma-u.ac.jp/modules/newdb1/detail.php?id=7> (2009.9 確認)
- 群馬大学 災害社会工学研究室, 平成19年台風第9号による災害に関する調査研究報告書, <http://dsei.ce.gunma-u.ac.jp/modules/newdb1/detail.php?id=12>, pp.3-14-18. (2009.9 確認)
- 東京大学・東洋大学 災害情報研究会 (2007) 災害情報調査研究レポート⑫ 2006年7月豪雨災害における災害情報の伝達と住民の対応, pp.80.
- 東京大学・東洋大学 災害情報研究会 (2008) 災害情報調査研究レポート⑭ 2007年能登半島沖地震における災害情報の伝達と住民の対応, pp.100.
- 日本災害情報学会 2008年8月末豪雨等調査団 (2009), 2008年8月末豪雨等に関する調査報告, 災害情報, No.7, pp.152-173.
- 末次忠司 (1998) 氾濫減管理のための氾濫解析手法の精度向上と応用に関する研究, 九州大学学位論文.
- Rapoport, A., 1979, A Probabilistic Approach to Networks, Social Networks, No.2, pp. 1-18.
- (投稿受理 2009. 9. 30 訂正稿受理 2010. 3. 8)

Development of Tool for the Community Strategy to Communicate Disaster Information for Disasters Attacking Local Area

Masanobu KANAI¹ · Kyohei HOSOI² · Toshitaka KATADA³

¹Department of Civil and Environmental Engineering, Gunma University
(〒376-8515 1-5-1 Tenjin-cho Kiryu Gunma, Japan)

²Co, Ltd. I.D.A, Institute of Social Technology
(〒370-0053 1-1-5 SUMI-Building 2F Higashihsakata-cho Kiryu Gunma, Japan)

³Department of Civil and Environmental Engineering, Gunma University
(〒376-8515 1-5-1 Tenjin-cho Kiryu Gunma, Japan)

ABSTRACT

It is very difficult that local governments announce the disaster information and evacuation order about guerrilla heavy rain to residents because there is not enough technique to predict when and where guerrilla heavy rain occurs. Moreover there are only few means to communicate the information to residents from local government when guerrilla heavy rain occurs. TV and radio do not broadcast the information about affected area by guerrilla heavy rain because it is very narrow area. And residents cannot hear the information from loud speaker because guerrilla heavy rain is very noisy. Therefore, it is necessary to prepare the strategy to communicate disaster information to residents by local community. This strategy means the emergency call network in local community.

In this paper, we tried to develop the simulation model to estimate the strategy to communicate disaster information by local community. And using this simulation, we discussed the effect of preparing some strategy by local community. This effect means to decrease casualty. (200)

Keywords : *Communication of Disaster Information, Local Community, Disaster Comprehensive Scenario Simulator*